

# IoT センシングによる賃貸物件快適度指標の構築と評価 Construction and Evaluation of Rental Property Comfort Index by IoT Sensing

諏訪博彦\*<sup>1</sup>, 大坪敦\*<sup>1</sup>, 中村優吾\*<sup>1</sup>, 野口真史\*<sup>2</sup>  
Hirohiko Suwa, Atsushi Otsubo, Yugo Naskamura, Masahito Noguchi

\*<sup>1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学  
Nara Institute of Science and Technology

\*<sup>2</sup> 株式会社 LIFULL  
LIFULL Co., Ltd.

Abstract: When searching for a rental property, information such as rent, breadth, time to station and age of a building is used. These indicators are quantitative data and can be compared. However, some conditions such as quiet and sunny are often described in comments in the remarks column are difficult to compare because there is ambiguity in the state recognition of each property. Therefore, indices that can quantitatively evaluate noise and sunrise are required. We collected data using IoT devices, and based on the data, constructed five indices of quietness (indoor / outdoor), soundproofing, daylighting, and heat insulation that property searchers can compare. As a result of the evaluation with the cooperation of real estate agents, it was confirmed that four of the proposed indices except soundproofing were properly indexed.

## 1. はじめに

賃貸物件を探索する際に、物件探索者(借主)は、場所、賃料、広さ、築年数などを検索条件として探索する。一方で、移住したあとに問題になるものとして、騒音や日当たりなどがある。しかし現状では、借主が騒音や日当たりを認識するためには、「閑静な住宅街」「日当たり良好」などの物件に対する定性的なコメントや、主要採光面、階数などから推定せざるを得ない。この方法では、各物件の状態認識にあいまい性が残り、明確な比較が困難という問題がある。そのため、騒音や日当たりについても定量的に評価できる指標が求められる。

この問題に対し、我々は IoT デバイスを用いた指標化を試みた[諏訪 18a]。具体的なデバイスとして、オムロンの環境センサと、Raspberry Pi を組み合わせたデバイスを開発した。構築した IoT デバイスを用いて、条件の異なる 4 件の賃貸物件についてセンシングを実施した結果、(1)静穏性、(2)防音性、(3)採光性、(4)断熱性について、想定通りに判定できることを明らかにした。

また、この先行研究をベースとし、データ集時に必要なデバイスの要件の再抽出、プロトタイプデバイスの改良を行った[諏訪 18b]。さらに、実際の不動産企業の協力のもとに実施したデータ収集実験から、延べ 280 日分のデータが収集し、提案システムが実社会においてデータを収集できる可能性を示した[19a, 19b]。

本稿では、収集した 280 日分のデータを分析することで、(1)静穏性、(2)防音性、(3)採光性、(4)断熱性がどの程度指標化できたのか述べる。

## 2. 関連研究

日当たりや静穏性の指標化を試みる研究は、存在する。山崎らのグループは、物件に関する指標の計測と快適度評価を試みている[大淵 17, Obuchi18]。山崎らのグループは、これまで限定的な時間帯に短時間のみしか計測できていなかった物件の様々な価値を IoT 技術にて定量化することを目的に、日照、

連絡先: 諏訪博彦, 奈良先端科学技術大学院大学,  
〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5,  
h-suwa@po.wind.ne.jp

温度・湿度、騒音、振動などを取得する IoT センサを開発している。実際にあるマンション物件で計測を行った結果、同じ物件でも階層や窓の有無により快適度が異なることを示している。

しかしながら、山崎らの研究においては電源をコンセントから確保した状態でデータ収集実験を行っている。これは、実社会で計測しようとした場合、制約になる。実運用時は、空き物件の電気は使用できず、デバイス自体に電源供給機能を持たせるか、エネルギーハーベストなデバイスの構築が求められる。また、山崎らは快適度を評価するための指標について検討しているが、我々は物件探索時に比較可能な指標を構築しようとする点で視点が異なる。

先に述べた通り、我々は住宅の電源設備およびネットワークを必要としないデータ収集システムを開発し、データ収集実験を行っている。本稿では、収集したデータからどの程度指標化できるのか評価することを目的としている。

## 3. データ収集システムと収集データ

本章では、収集対象とする評価指標およびデータを確認するとともに、データ収集時の要件について整理する。その上で、データ収集システムについて説明する。

### 3.1 評価指標

先行研究[諏訪 18a]に基づいて、評価指標は静穏性、防音性、採光性、断熱性の 4 つに設定した。各指標において収集すべきデータの種類は以下の通りである。

- 静穏性: 部屋の内外の音を測る
- 防音性: 部屋の内外の音を測る
- 採光性: 部屋の内外の明るさを測る
- 断熱性: 部屋内外の温湿度を測る

### 3.2 システム概要

図 1 は、データ収集システムの概要である[諏訪 18b]。センシング部分は、オムロン 環境センサ 2JCI-E-BL01 を用いている。このセンサは、温度・湿度・照度(明るさ)・気圧・音・UV、加速度が収集できる。またリチウム電池(CR2032)1 個で稼働し、1 分間隔でデータを取得しても、1 ヶ月程度稼働することが確認されている。

データをアップロードするゲートウェイには、Smartphone を用いる。センサとゲートウェイとの通信には BLE を用いる。センシングデータは、オムロン環境センサ内のフラッシュメモリに蓄積される。その後、Smartphone によりそうさすることで BLE を用いてデータを抽出し、Smartphone の回線を利用してクラウドにアップロードする。Smartphone の操作については、専用のアプリケーションを開発し、設置・回収の操作を誰でも可能にしている。

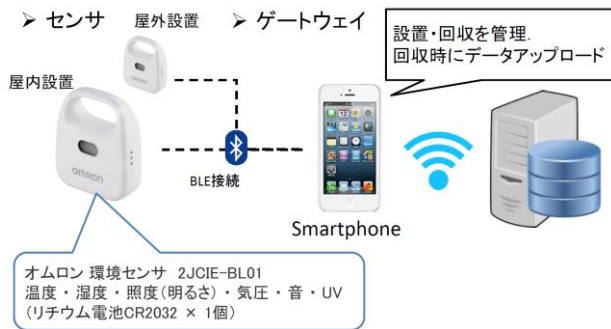


図1: システム概要

### 3.3 データ収集結果

提案システムを用いて実際に評価用のデータが収集できることを確認するために、ある不動産屋に協力を依頼してデータ収集実験を行った。実験概要は以下の通りである。

- 日時: 2018年11月26日(月)~12月17日(月)
- 場所: 関東近県(東京都, 神奈川県)
- 対象: 実際の空き物件
- 物件数: 47件(内, 分析対象: 34件)
- 1件当たりデータ収集期間: 1週間程度
- デバイス設置者: 不動産会社 職員
- データ収集間隔: 1分
- 使用データ収集キット: 図2参照



図2: データ収集キット

実験の結果、収集されたデータの総数は、1,240,474 データである。また、収集されたデータの日数は述べ 280 日分である。

## 4. 指標化とその評価

本章では、収集したデータの指標化手法とその結果について述べる。

### 4.1 指標化手法

本節では、各指標の指標化方法について述べる。

**【静穏性(屋内・屋外)】** 静穏性を指標化するにあたり、二つの観点が存在する。一つ目は、平均的な静穏性である。二つ目は特定の時間の静穏性である。例えば、近隣に騒音が発生する要因があり、それが日中の特定の時間だけである場合、夜間を含めた平均的な音量は低くなるが、特定の時間はひどい騒音であるケースが想定される。そのため、平均的な静穏性(音量の平均)と短期的な静穏性(音量の top n 番目)の程度を掛け合わせて指標化する

**【防音性】** 防音性は、屋内・屋外の音量比(=屋外/屋内)を用いて指標化する。静穏性と同様の考え方に基づいて、二つの観点における屋内・屋外の音量比の程度を掛け合わせて指標化する。

**【採光性(室外)】** 採光性は、ある一定以上の明るさがどの程度の時間維持されるかという観点から指標化する。曇りの日と屋外の明るさが 5000 ルクス程度であることから、これを閾値として、その時間が一日平均どの程度あるかで指標化している。

**【断熱性】** 断熱性は、建築分野においていくつかの指標および計算式が存在するが、ここでは屋外の温度変化に対する屋内温度変化の程度とする。具体的には、屋外温度の標準偏差と屋内温度の標準偏差の比(=屋内温度の標準偏差/屋外温度の標準偏差)により指標化する。

以上の方法により、各指標について数値化する。ただし、この数値だけでは、一般ユーザに対しては比較しづらいので、直感的に理解できるように、5段階評価(5:とても高い, 1:とても低い)に変換する。各指標の閾値については、収集データの分布に基づいて決定している。

### 4.2 指標化結果の評価

前節の方法に基づく指標化手法の精度を評価するために、不動産会社の営業職員の評価との比較をそれぞれ行った。静穏性(屋内・屋外)、防音性、採光性(屋外)、断熱性の各指標について、5段階評価を提案手法で実施した結果と営業職員の評価とを比較した。その結果を表1-5に示す。

静穏性については、屋内 91.2%、屋外 85.3%と概ね高い精度が得られた。また、評価が一致しなかったケースにおいても、実測と測定に大きな乖離はなく、実用的な指標化ができていると考える。

表1: 静穏性(屋内)の評価結果

静穏性 (屋内)	測定					小計	
	1	2	3	4	5		
実測	1	4	0	0	0	4	
	2	2	8	0	0	10	
	3	0	0	8	0	8	
	4	0	0	1	8	9	
	5	0	0	0	0	3	精度
小計	6	8	9	8	3	34	91.2%

実測: 不動産会社の営業職員による判定

測定: IoT デバイスの測定に基づく提案指標の判定

表2: 静穏性(屋外)の評価結果

静穏性 (屋外)		測定					小計	
		1	2	3	4	5		
実測	1	4	0	0	0	0	4	
	2	0	3	3	0	0	6	
	3	0	0	9	0	0	9	
	4	0	0	2	7	0	9	
	5	0	0	0	0	6	6	精度
小計		4	3	14	7	6	34	85.3%

実測: 不動産会社の営業職員による判定  
測定: IoT デバイスの測定に基づく提案指標の判定

防音性については、精度が 76.5%となり、5 つの指標の中で最も低い精度となった。また、実測と測定との乖離についても、大きな乖離が確認された。これは、音量が一瞬一瞬でその値が大きく変動するが、測定間隔が 1 分間隔のため瞬間的な音量変化をとらえきれていないためと考えられる。今後、新たな指標化手法の検討が必要と考える。

表3: 防音性の評価結果

防音性		測定					小計	
		1	2	3	4	5		
実測	1	1	0	0	0	0	1	
	2	0	6	1	0	1	8	
	3	1	2	11	0	1	15	
	4	1	0	0	3	1	5	
	5	0	0	0	0	5	5	精度
小計		3	8	12	3	8	34	76.5%

実測: 不動産会社の営業職員による判定  
測定: IoT デバイスの測定に基づく提案指標の判定

採光性については、94.1%と高い精度が得られた。評価が一致しなかったケースにおいても、実測と測定に大きな乖離はなく、実用的な指標化ができていると考える。

表4: 採光性の評価結果

採光性		測定					小計	
		1	2	3	4	5		
実測	1	10	0	0	0	0	10	
	2	2	6	0	0	0	8	
	3	0	0	3	0	0	3	
	4	0	0	0	4	0	4	
	5	0	0	0	0	9	9	精度
小計		12	6	3	4	9	34	94.1%

実測: 不動産会社の営業職員による判定  
測定: IoT デバイスの測定に基づく提案指標の判定

断熱性については、97.1%と 5 つの指標の中で最も高い精度が得られた。評価が一致しなかったケースにおいても、実測と測定に大きな乖離はなく、実用的な指標化ができていると考える。

表 5: 断熱性の評価結果

断熱性		測定					小計	
		1	2	3	4	5		
実測	1	3	0	0	0	0	3	
	2	1	6	0	0	0	7	
	3	0	0	16	0	0	16	
	4	0	0	0	5	0	5	
	5	0	0	0	0	3	3	精度
小計		4	6	16	5	3	34	97.1%

実測: 不動産会社の営業職員による判定  
測定: IoT デバイスの測定に基づく提案指標の判定

## 5. おわりに

本稿では、一般の賃貸物件探索者が騒音や日当たりを定量的かつ直感的に比較・評価できる指標を構築することを目的とした。そのために、IoT デバイスを用いてデータを収集し、そのデータに基づいて、物件探索者が比較可能な静穏性(屋内・屋外)、防音性、採光性、断熱性の 5 指標を構築した。不動産会社の営業職員の協力による比較評価の結果、提案指標のうち防音性を除く 4 指標において、適切な指標化がなされていることを確認した。

今後は、防音性指標の再構築を行うとともに、より広範なデータ収集および社会適応の方策について検討していく。

## 参考文献

- [大淵 17] 大淵友暉, 山崎俊彦, 相澤清晴, 鳥海哲史, 林幹久: IoT センサを用いたマンション物件計測と快適度評価, 第 31 回人工知能学会全国大会 (JSAI2017) (2017).
- [Obuchi 18] Obuchi, Y., Yamasaki, T., Aizawa, K., Toriumi, S. and Hayashi, M.: Measurement and evaluation of comfort levels of apartments using IoT sensors, 2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp. 1–6 (online), DOI: 10.1109/ICCE.2018.8326169 (2018).
- [Sumo 17] SUMO 編集部: きっかけは? 重視する条件は? 857 人に聞いた引越し・住み替えの実態調査 2017 (<https://suumo.jp/article/oyakudachi/oyaku/chintai/frdata/hikkoshi-sumikae2017/> 2018/5/14 参照).
- [諏訪 18a] 諏訪博彦, 中村優吾, 野口真史: IoT センシングによる新たな賃貸物件探索指標の検討, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム (2018).
- [諏訪 18b] 諏訪博彦, 大坪敦, 中村優吾, 野口真史, 新たな賃貸物件探索指標のための IoT センシングデバイスの検討, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 (2018).
- [諏訪 19a] 諏訪博彦, 大坪敦, 中村優吾, 野口真史, IoT センシングによる賃貸物件快適度推定のためのデータ収集, 人工知能学会全国大会 (2019).
- [諏訪 19b] 諏訪博彦, 大坪淳, 中村優吾, 野口真史, 新たな賃貸物件探索指標構築のためのセンシングシステム, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム (2019).